Einige spectralanalytische Untersuchungen an Sternen, ausgeführt mit dem grossen Refractor der Wiener Sternwarte.

(Mit 1 Tafel.)

Von **H. C. Vogel.**

Herr Director Weiss hatte die besondere Güte gehabt, mir auf mein Ersuchen für mehrere Wochen den Refractor der Wiener Sternwarte von 68^{cm} Öffnung — gegenwärtig das grösste derartige Instrument der Welt — zur Verfügung zu stellen. Ich beabsichtigte damit einige spectroskopische Beobachtungen vorzüglich an solchen Sternen vorzunehmen, deren Lichtschwäche eine genaue Untersuchung mit geringeren optischen Hilfsmitteln nicht mehr zulässt. Ganz besonders aber war mein Streben darauf gerichtet, Spectra der Classe III*b* zu untersuchen, um Gewissheit über die Lage der breiten, einseitig nach Violett verwaschenen Banden, die diese Spectra charakterisiren, zu erlangen. Frühere, darauf gerichtete Untersuchungen[1] hatten mich zu der Vermuthung geführt, dass die stärksten Banden in diesen Spectren mit denen des Kohlenwasserstoffes übereinstimmen. Leider sind aber die Sterne, welche Spectra der Classe III*b* zeigen. lichtschwach; der hellste (Schjellerup's Catalog rother Sterne Nr. 152) ist 5·5ter Grösse. Mit den mir zu Gebote stehenden Hilfsmitteln war in Folge dessen vorauszusehen, dass eine wesentliche Förderung in der Erkenntniss der Natur dieser interessanten Spectra nicht zu erwarten war, und habe ich daher weitere Beobachtungen ganz unterlassen. Mit dem grossartigen

[1] Berichte der k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 12. Dec. 1873, p. 552, und noch nicht veröffentlichte Beobachtung aus Bothkamp.

Wiener Instrumente, welches etwa die vierfache Helligkeit des Potsdamer Refractors besitzt, schien dagegen eine erfolgreiche Weiterführung der Untersuchungen gesichert, und habe ich mit besonderem Interesse die früheren Beobachtungen wieder aufgenommen.

Bei meinem längeren Aufenthalte in Wien im Mai und Juni 1883 hatte ich Gelegenheit, ausser spectroskopischen Beobachtungen Untersuchungen über das Objectiv des grossen Fernrohres, sowie auch verschiedene andere astronomische Beobachtungen anzustellen, deren Veröffentlichung ich mir für später vorbehalte.

Im Folgenden beehre ich mich der k. k. Akademie die Resultate derjenigen Beobachtungen vorzulegen, die ich für die wichtigsten halte, und beschränke mich in Folge dessen lediglich auf die Mittheilung einiger spectroskopischen Untersuchungen.

Der Spectralapparat, dessen ich mich zu den nachstehenden Beobachtungen bedient habe, ist Eigenthum des Potsdamer Observatoriums. Er ist aus der Werkstätte der Herren Repsold & Söhne in Hamburg hervorgegangen. Ich behalte mir vor, später, an anderer Stelle, eine eingehendere Beschreibung des Apparates zu geben und will hier nur anführen, dass die Objective von Collimator und Beobachtungs-Fernrohr eine Öffnung von 21 Mm. haben. Das Beobachtungsrohr ist sowohl aus freier Hand, als auch durch Tangentialschraube beweglich, und ist die Bewegung an einem Theilkreis von 95 Mm. Durchmesser, von 10′ zu 10′ getheilt, durch Mikroskope ablesbar. Die Mikroskope gestatten eine directe Ablesung von 10″, eine Schätzung bis auf 1″. Ich habe meist nur ein einfaches stark zerstreuendes Prisma angewandt und Einstellungen auf das Minimum der Ablenkung gemacht. Der Apparat war jedoch so eingerichtet, dass auch mit Leichtigkeit ein sehr stark zerstreuendes Rutherfurd'sches Prisma eingesetzt werden konnte.

Die mannigfachen Constructionen, die den zusammengesetzten Spectralapparaten in neuerer Zeit gegeben worden sind, haben mich in letzter Stelle nicht befriedigt, und bin ich deshalb versuchsweise zu der älteren Form des Spectrometers und

der Beobachtungsmethode, für jede Linie das Minimum der Ablenkung zu bestimmen, zurückgekehrt. In der Vollkommenheit, in der die Verfertiger den Apparat hergestellt haben, bietet er den Vortheil, dass man die Fehler des Apparats durch passende Anordnung der Beobachtungen umgehen oder genau ermitteln kann. Die Handhabung des Instrumentes ist eine überaus bequeme und leichte, und kann ich den Versuch als wohlgelungen bezeichnen. Es ist eine bekannte Thatsache, dass Objecte, wenn sie in Bewegung sind, sich leichter erkennen lassen, und nicht ohne Vortheil für die Wahrnehmung schwacher Linien ist es daher, dass man, ohne die Einstellung auf das Minimum der Ablenkung zu verändern, dem Spectrum eine schnelle Bewegung durch Drehung des Prismas ertheilen kann. Der Apparat ist mit einer vorzüglichen Beleuchtungsvorrichtung versehen. Eine kleine, vollkommen eingeschlossene Öllampe, die seitlich am Apparat, nach zwei senkrecht auf einander stehenden Richtungen hin beweglich, angebracht ist, beleuchtet nicht nur die Theilung und den Mikrometerfaden, sondern auch die Trommeln an den Mikroskopen. Hierdurch sind nun die Messungen mit grösster Leichtigkeit auszuführen und ist eine Blendung des Auges ganz ausgeschlossen.

Die Genauigkeit, welche sich bei lichtstarken Objecten erreichen lässt, ist sehr gross. Der w. F. einer Beobachtung einer Linie des Sonnenspectrums beträgt $\pm 6''$, was bei dem einfachen Prisma einem Wellenlängenunterschied von durchschnittlich ± 0.15 Mill. Mm., bei dem Prismensatz von ± 0.07 Mill. Mm. entspricht. Bei lichtschwachen Sternen ist die Genauigkeit natürlich eine viel geringere, aber immerhin noch sehr befriedigend.

Aus zahlreichen Messungen an Linien des Sonnenspectrums ist der Zusammenhang zwischen Minimum der Ablenkung und Wellenlänge abgeleitet worden. Ich setze für die beiden Prismen nur denjenigen Theil der Reductionstafel hin, der bei der Berechnung der folgenden Beobachtungen zur Anwendung kommt.

I. Einfaches Prisma.

Für $T = +22°$ C.

Minim. der Ablenk.	W. L.	Diff.	Minim. der Ablenk.	W. L.	Diff.
47°20'	597·1	2·1	48° 0'	525·8	1·4
21	595·0	2·1	1	524.4	1·4
22	592·9	2·1	2	523.0	1·4
23	590·8	2·1	3	521.6	1·4
24	588·7	2·1	4	520.2	1·4
25	586·6	2·1	5	518.8	1·3
26	584·5	2·1	6	517.5	1·4
27	582·4	2·1	7	516.1	1·3
28	580·3	2·1	8	514.8	1·4
29	578·2	2·0	9	513.4	1·3
47°30'	576·2	2·0	48°10'	512·1	1·3
31	574·2	2·0	11	510·8	1·3
32	572·2	2·0	12	509·5	1·3
33	570·2	1·9	13	508·2	1·3
34	568·3	1·9	14	506·9	1·3
35	566·4	1·9	15	505·6	1·2
36	564·5	1·9	16	504·4	1·3
37	562·6	1·8	17	503·1	1·2
38	560·8	1·8	18	501·9	1·2
39	559·0	1·7	19	500·7	1·2
47°40'	557.3	1·7	48°20'	499·5	1·2
41	555.6	1·6	21	498·3	1·2
42	554·0	1·7	22	497·1	1·2
43	552·3	1·6	23	495·9	1·2
44	550·7	1·7	24	494·7	1·2
45	549·0	1·6	25	493·5	1·1
46	547·4	1·7	26	492·4	1·2
47	545·7	1·6	27	491·2	1·1
48	544·1	1·6	28	490·1	1·1
49	542·5	1·6	29	489·0	1·1
47°50'	540·9	1·6	48°30'	487·9	1·1
51	539·3	1·6	31	486·8	1·1
52	537·7	1·6	32	485·7	1·1
53	536·1	1·5	33	484·6	1·1
54	534·6	1·5	34	483·5	1·1
55	533·1	1·5	35	482·4	1·1
56	531·6	1·5	36	481·3	1·1
57	530·1	1·4	37	480·2	1·0
58	528·7	1·5	38	479·2	1·1
59	527·2	1·4	39	478·1	1·0

Minim. der Ablenk.	W. L.		Minim. der Ablenk.	W. L.	
48°40'	477·1	1·1	48°50'	467·2	1·0
41	476·0	1·0	51	466·2	0·9
42	475·0	1·0	52	465·3	1·0
43	474·0	1·0	53	464·3	0·9
44	473·0	1·0	54	463·4	0·9
45	472·0	1·0	55	462·5	0·9
46	471·0	1·0	56	461·6	0·9
47	470·0	0·9	57	460·7	0·9
48	469·1	1·0	58	459·8	0·9
49	468·1	0·9	59	458·9	0·8
			49° 0'	458·1	

II. *Zusammengesetztes* Prisma.

Für $T = +15°$ C.

Minim. der Ablenk.	W. L.		Änderung für 1° C.	Minim. der Ablenk.	W. L.		Änderung für 1° C.
49°20'	595·4	1·0	+0·06	49°40'	577·0	0·9	+0·06
21	594·4	0·9	0·06	41	576·1	0·9	0·06
22	593·5	1·0	0·06	42	575·2	0·9	0·06
23	592·5	0·9	0·06	43	574·3	0·9	0·06
24	591·6	0·9	0·06	44	573·4	0·9	0·06
25	590·7	0·9	0·06	45	572·5	0·8	0·05
26	589·8	1·0	0·06	46	571·7	0·9	0·05
27	588·8	0·9	0·06	47	570·8	0·9	0·05
28	587·9	0·9	0·06	48	569·9	0·9	0·05
29	587·0	0·9	0·06	49	569·0	0·8	0·05
49°30'	586·1	1·0	0·06	49°50'	568·2	0·9	0·05
31	585·1	0·9	0·06	51	567·3	0·8	0·05
32	584·2	0·9	0·06	52	566·5	0·9	0·05
33	583·3	0·9	0·06	53	565·6	0·8	0·05
34	582·4	0·9	0·06	54	564·8	0·9	0·05
35	581·5	0·9	0·06	55	563·9	0·8	0·05
36	580·6	0·9	0·06	56	563·1	0·8	0·05
37	579·7	0·9	0·06	57	562·3	0·8	0·05
38	578·8	0·9	0·06	58	561·5	0·8	0·05
39	577·9	0·9	0·06	59	560·7	0·8	0·05

Minim. der Ablenk.	W. L.		Änderung für 1° C.	Minim. der Ablenk.	W. L.		Änderung für 1° C.
50° 0'	559·9	0·8	+0·05	50°40'	530·8	0·7	+0·05
1	559·1	0·8	0·05	41	530·1	0·6	0·05
2	558·3	0·8	0·05	42	529·5	0·7	0·05
3	557·5	0·8	0·05	43	528·8	0·6	0·05
4	556·7	0·8	0·05	44	528·2	0·7	0·05
5	555·9	0·7	0·05	45	527·5	0·6	0·05
6	555·2	0·8	0·05	46	526·9	0·7	0.05
7	554·4	0·7	0·05	47	526·2	0·6	0·05
8	553·7	0·8	0·05	48	525·6	0·6	0·05
9	552·9	0·7	0·05	49	525·0	0·6	0·05
50°10'	552·2	0·8	0·05	50°50'	524·4	0·7	0·05
11	551·4	0·7	0·05	51	523·7	0·6	0·05
12	550·7	0·8	0·05	52	523·1	0·6	0·05
13	549·9	0·7	0·05	53	522·5	0·6	0·05
14	549·2	0·8	0·05	54	521·9	0·6	0·05
15	548·4	0·7	0·05	55	521·3	0·6	0·05
16	547·7	0·7	0·05	56	520·7	0·6	0·05
17	547·0	0·7	0·05	57	520·1	0·6	0·05
18	546·3	0·8	0·05	58	519·5	0·6	0·05
19	545·5	0·7	0·05	59	518·9	0·6	0·05
50°20'	544·8	0·7	0·05	51° 0'	518·3	0·6	0·05
21	544·1	0·7	0·05	1	517·7	0·5	0·05
22	543·4	0·8	0·05	2	517·2	0·6	0·05
23	542·6	0·7	0·05	3	516·6	0·6	0·05
24	541·9	0·7	0·05	4	516·0	0·6	0·05
25	541·2	0·7	0·05	5	515·4	0·5	0·05
26	540·5	0·7	0·05	6	514·9	0·6	0·05
27	539·8	0·7	0·05	7	514·3	0·6	0·05
28	539·1	0·7	0·05	8	513·7	0·6	0·05
29	538·4	0·7	0·05	9	513·1	0·5	0·05
50°30'	537·7	0·7	0·05	51°10'	512·6	0·6	0·05
31	537·0	0·7	0·05	11	512·0	0·5	0·05
32	536·3	0·7	0·05	12	511·5	0·6	0·05
33	535·6	0·7	0·05	13	510·9	0·5	0·05
34	534·9	0·7	0·05	14	510·4	0·6	0·05
35	534·2	0·7	0·05	15	509·8	0·5	0·04
36	533·5	0·7	0·05	16	509·3	0·6	0·04
37	532·8	0·6	0·05	17	508·7	0·5	0·04
38	532·2	0·7	0·05	18	508·2	0·6	0·04
39	531·5		0·05	19	507·6	0·5	0·04
				51°20	507·1		0.04

Die Hauptbanden und Linien des Kohlenwasserstoffspectrums sind ebenfalls öfter mit beiden Prismensystemen gemessen

worden. Wegen des innigen Zusammenhanges mit einigen der folgenden Beobachtungen an Sternen mögen auch die Resultate aus diesen Messungen hier Platz finden.

Wellenlänge Mill. Mm.	Bemerkung
563·1	Linie, Anfang einer nach Violett verwaschenen Bande.
558·0	Linie.
516·2	Linie, Anfang einer nach Violett verwaschenen Bande.
512·6	Linie.
473·4	Linie.
471·6	Erste und letzte Linie einer Gruppe von 4 Linien. Die erste bildet den Anfang einer nach Violett verwaschenen Bande.
467·2	

Beobachtungen und Resultate.

I. Spectra der Classe III^b.

$*$5.5 Gr.; $\alpha = 12^h 39^m 38^s$ $\delta = +46° 4'.7$ (1883).

Schjell. 152. B. D. +46°. Nr. 1817.

1883, Mai 26. Luft leidlich. Fadenbeleuchtung im Spectroskop war anfänglich zu hell, wurde später abgeschwächt. Spalt eng.[1] Temp. in der Kapsel des Prismas = 22° C.

Die Messungen sind Abstände von der *D*-Linie, positiv nach der brechbareren Seite genommen. Die Einstellung auf die künstlich erzeugte Natriumlinie geschah am Anfang und Ende jeder Beobachtung, oft auch noch zwischen den Beobachtungen.

---

[1] Bei der meist angewandten geringeren Zerstreuung erscheinen die *D*-Linien nur bei ganz enger Spaltstellung getrennt. Bei der Beobachtung am 26. Mai flossen die beiden Linien in eine Linie zusammen.

+ 2′42″ Ende einer nach Roth verwaschenen Bande.

+ 7′10″ Breite dunkle Linie, etwas verwaschen.

+15′ 0″ }
14′18″ } Anfang einer intensiv dunklen, nach Violett verwaschenen Bande. In dieser dunklen Bande konnte wiederholt eine dunkle Linie, etwa 3′ vom Anfang entfernt, wahrgenommen werden.

+42′39″ Anfang einer intensiven, nach Violett verwaschenen Bande.

Die Beobachtungen mussten unter sehr unbequemer Lage für den Beobachter ausgeführt werden. Das Uhrwerk hielt an diesem Abend sehr schlecht, und da der Spalt senkrecht auf die Richtung der täglichen Bewegung gestellt werden musste, verschwand der Stern fortwährend aus dem Spalte und musste durch einen Gehülfen wieder zurückgebracht werden, was im höchsten Grade aufregend wirkte.

In einem kleinen Ocularspectroskop waren fünf Banden im Spectrum zu erkennen, von denen jedoch die beiden äussersten mit dem Spectrometer nicht gemessen werden konnten, da sie zu lichtschwach waren. Ich bemerke noch, dass ich bei den Messungen keine Cylinder-Linse angewandt habe, da in dem schmalen Spectrum, welches ohne Cylinder-Linse entsteht, die dunklen Banden sehr gut markirt waren.

Mai 28. Luft schlecht. Beobachtungen oft durch Wolken unterbrochen. Spalt sehr eng. Temp. = 20° C.

− 0′ 2″ }
+ 0′12″ } Dunkle breite Linie nahe am Ende einer Bande.

+14′55″ }
15′ 5″ } Anfang einer dunklen Bande, durch eine Linie markirt.

+43′42″ }
44′16″ } Anfang einer Bande. Sehr deutlich durch eine dunkle Linie markirt. Eine zweite dunkle Linie wurde in dieser Bande wiederholt gesehen.

Neben dem Spectrum des Natriums erschienen noch ganz schwach zwei Banden des Alkoholspectrums, die vollkommen mit den dunklen Banden des Sternspectrums zu coincidiren schienen. Der Anfang der ersten Bande des Alkoholspectrums

wurde zu +14′ 37″ gemessen. Auf den Anfang der zweiten Bande wurde wiederholt der Faden gestellt, und coincidirte jedesmal der Faden so vollkommen als möglich mit der Bande im Sternspectrum. Auch directe Vergleichungen zwischen Alkoholspectrum und Sternspectrum konnten gemacht werden, da das Sternspectrum hell genug war und sich ganz gut von den das ganze Gesichtsfeld durchsetzenden mattleuchtenden Banden des Alkoholspectrums abhob.

Eine Zeichnung des Sternspectrums, wie es in einem schwachen Ocularspectroskop erschien, wurde angefertigt.

Auch an diesem Tage sind die Messungen ohne Cylinderlinse ausgeführt worden Obgleich, wie anfänglich erwähnt wurde, der Luftzustand sehr ungünstig war, war durch die Vorbereitung am Tage zuvor die Stellung des Beobachters eine etwas bequemere. Das Uhrwerk functionirte sehr gut, und die Schwierigkeiten bei der Beobachtung waren im Vergleich zu denen am ersten Beobachtungsabend nur gering.

Mai 30. Der ganze Horizont mit Wolken bezogen; in der Nähe des Zeniths leichtere, schnell vorüberziehende Wolken, zwischen denen wenigstens zwei sichere Messungen des Anfangs der einen Bande gelangen. Spalt eng. Temp. = 22° C.

+43′ 24″ 42′ 55″	Dunkle, breite Linie. Anfang einer nach Violett verwaschenen Bande. Eine oder zwei Linien waren in der Bande noch wahrzunehmen.

Es wurde bald so trübe, dass die Beobachtungen eingestellt werden mussten. Anfänglich erschien oft das Spectrum in ganz besonderer Klarheit.

Juni 1. Vorzüglich klare Luft. Spalt ziemlich eng. Temp. = 22° C. Die Messungen sind mit Anwendung der Cylinderlinse vor dem Spalt ausgeführt.

+ 0′ 6″ — 0′ 4″ — 0′ 7″ + 0′ 8″	Dunkle Linie nahe am Ende einer dunklen Bande. Durch directe Vergleichung die Coincidenz dieser Linie mit der Natriumlinie zweifellos.

+ 1′33″ Ende einer dunklen Bande, die nach Roth etwas weniger scharf begrenzt ist.

+ 7′38″
7′23″
8′19″
7′57″ Dunkle, breite Linie, etwas verwaschen an den Rändern. Sie steht isolirt in dem hellsten Theile des Spectrums.

+13′27″
13′42″
13′28″
14′17″
14′ 5″ Anfang einer dunklen Bande, durch eine dunkle Linie markirt.

+43′22″
43′19″
43′10″
43′55″ Dunkelste Bande des Spectrums, nach Violett verwaschen. Anfang durch eine dunkle, breite Linie gebildet. Eine zweite dunkle Linie im Abstand +45′36″ von den *D*-Linien.

+82′37″
82′23″
81′35″ Ende des sichtbaren Spectrums. Ziemlich scharf begrenzt. Den Beobachtungen mit schwächerer Zerstreuung zufolge der Anfang einer dunklen, nach Violett verwaschenen Bande.

Bei den Vergleichungen mit dem Natrium- und Alkoholspectrum wurde wiederholt die Überzeugung gewonnen, dass eine Coincidenz mit den Natriumlinien, sowie mit den beiden stärksten Banden des Kohlenwasserstoffspectrums im Spectrum der Flammen und des Sterns stattfand.

Ich setzte an diesem Abend, da der Himmel besonders günstig war, noch das stark zerstreuende Rutherfurd'sche Prisma ein und konnte damit wenigstens die beiden stärksten Banden im Sternspectrum messen und wiederum durch directe Vergleichung die absolute Coincidenz der hellsten Bande des Kohlenwasserstoffspectrums mit einer Bande des Sternspectrums beobachten.

Die Messungen sind folgende:

+30′47″
29′40″
30′11″ Anfang einer dunklen Bande.

+30′13″
97′ 0″
96′54″
97′49″
Anfang einer dunklen Bande.

Mehrere Zeichnungen vom Spectrum sind noch ausgeführt worden.

Juni 7. Luft anfänglich unruhig, aber durchsichtig. Der Stern wurde zuerst mit dem kleinen Spectroskop beobachtet, und wurden Zeichnungen vom Spectrum ausgeführt. Der Himmel bezog sich aber bald und wurde erst nach Mitternacht wieder vollkommen klar. In Folge des etwas grösseren Stundenwinkels, unter dem der Stern beobachtet werden musste, wurde die Lage des Beobachters ausserordentlich unbequem. Die Messungen sind dadurch ganz beträchtlich beeinflusst worden. Ein gleichzeitiger Gebrauch beider Hände war nämlich nicht möglich, da die eine Hand zur Stützung und zum Halt des Körpers gebraucht werden musste. Es konnten deshalb die Bewegungen am Prisma und am Beobachtungsfernrohr nur hinter einander gemacht werden, was zeitraubend und bei dem häufigen Verschwinden des Sterns aus dem Spalt, in Folge der Unvollkommenheiten im Gange des Uhrwerks, sehr aufregend war. Die Messungen sind mit Cylinderlinse ausgeführt. Temperatur in der das Prisma umschliessenden Kapsel 18° C.

+13′43″
13′30″
13′ 7″
13′51″
13′22″
Anfang einer dunklen Bande.

+43′55″
44′10″
43′14″
43′58″
43′28″
Anfang einer dunklen Bande.

Im Mittel aus allen Beobachtungen ergiebt sich für Schjell. 152 Folgendes:

(Minimum der Ablenkung für *D*-Mitte = 47°23′ 36″ bezw. = 49°27′ 0″.)

a. Einfaches Prisma.

Minima der Ablenk.	Wellenlänge Mill. Mm.	Bemerkungen
47°23′38″	589·5	Dunkle Linie nahe am Ende einer matten Bande.
47°25′44″	585	Ende der matten Bande.
47°31′ 4″	574	Breite, dunkle, etwas verwaschene Linie.
47°37′27″	562	Dunkle Linie. [1] Anfang einer nach Violett verwaschenen Bande.
48° 7′10″	516	Dunkle Linie. [1] Anfang der intensivsten Bande des Spectrums.
48° 9′12″	513	Dunkle Linie.
48°45′48″	471	Anfang einer nach Violett verwaschenen Bande.

b. Prismensatz.

Minima der Ablenk.	Wellenlänge Mill. Mm.	Bemerkungen
49°57′13″	562·5	Linie. Anfang einer dunklen Bande.
51° 4′14″	516·3	Linie. Anfang einer dunklen Bande.

Vergleicht man diese Beobachtungen mit den Seite 797 angeführten des Kohlenwasserstoffes so ergibt sich zweifellos das Vorhandensein von Kohlenwasserstoff in der Atmosphäre des Sternes. Ferner coincidirt die dunkle Linie nahe am Ende einer Bande (W. L. 589·5 Mill. Mm.) mit Natrium. Die breite, verwaschene und ganz isolirt im hellsten Theile des Spectrums befindliche Linie (W. L. 574 Mill. Mm.) lässt keine Deutung zu.

[1] Den Beobachtungen vom Mai 26 und 28 ist halbes Gewicht gegeben worden.

Es dürfte auffallen, dass die im Sternspectrum gemessenen Banden, im Vergleich zu den entsprechenden des Kohlenwasserstoffspectrums, sämmtlich etwas nach Violett verschoben sind. Wie ich mich überzeugt habe, ist der Grund hiervon lediglich darin zu suchen, dass die Einstellung auf das Minimum der Ablenkung nicht mit der nöthigen Ruhe und Sicherheit ausgeführt werden konnte, in Folge der meist sehr unbequemen Stellung des Beobachters. Ist nämlich bei der Drehung des Prismas während der Einstellung auf das Minimum der Punkt der Umkehr nicht ganz genau erreicht, so werden dadurch die Ablenkungswinkel stets nur in einer Richtung hin afficirt und immer etwas zu gross gefunden.

Auf der beifolgenden Tafel Fig. 1 ist das Spectrum des Sternes Schjell. 152 dargestellt, wie es aus den mehrfach angefertigten, gut übereinstimmenden Zeichnungen zusammengesetzt werden konnte. Die Lage der nicht gemessenen Banden und Linien ist so genau als möglich, durch Vergleichungen der Abstände der Banden unter einander, geschätzt worden.

*8·1 Gr.; $\alpha = 12^h 19^m 16^s$ $\delta = +1° 25'.9$ (1883).
Schjell. 145. B. D. +1° Nr. 2694.

1883, Juni 3. Im Spectrum dieses Sternes, ebenfalls zu Classe III*b* gehörend, waren mit Hülfe eines Ocularspectroskopes fünf Banden zu erkennen, zwei im Roth und Orange, von denen die letztere die intensivste war, eine Bande im Hellgrün, die dunkelste im ganzen Spectrum, eine Bande im Dunkelgrün und eine im Blau. Ein Vergleich der relativen Lagen der Banden in diesem Sternspectrum mit dem Spectrum von Schjell. 152 liess keinen Zweifel aufkommen, dass beide Spectra genau gleiche Zusammensetzung haben. In günstigen Momenten erschien sogar die isolirte dunkle Linie im Gelb ganz deutlich. Nur in Bezug auf die relative Intensität der Banden schien der Unterschied zu bestehen, dass bei Schjell. 145 die Bande (Anfang W. L. 562 Mill. Mm.) die intensivste war, während in Schjell. 152 die darauf folgende die grösste Dunkelheit zeigte. Eine Messung der Banden mit Hülfe des Spectrometers war bei der Schwäche des Sternes nicht möglich.

*6·2 Gr. $\alpha = 21^h 37^m 5^s$ $\delta = +34° 58'.5$ (1883).
B. D. +34° Nr. 4500.

Juni 25. Luftzustand wechselnd, während der Beobachtung dieses Sternes jedoch recht gut. Der helle Mondschein war etwas störend. Die Beobachtungen wurden sonst unter sehr günstigen Verhältnissen für den Beobachter ausgeführt, auch hielt das Uhrwerk recht gut.

Das Spectrum war sehr ähnlich dem von Schjell. 152. Nur geringe Unterschiede in der relativen Intensität der Banden konnten wahrgenommen werden. Eine Darstellung des Spectrums ist in Fig. 2 gegeben. Spalt sehr eng. Temp. = 16° C.

Die Messungen mit dem Spectrometer mit einem Prisma, bezogen auf die *D*-Linien, sind folgende:

+ 0′ 0″ 0′ 9″	Dunkle Linie in einer zarten dunklen Bande.
+ 6′59″ 6′59″	Dunkle Linie, recht scharf begrenzt.
+14′ 1″ 13′43″ 14′ 0″	Schmale, scharfe Linie am Anfang einer zarten, nach Violett verwaschenen Bande.
+35′28″	Gruppe zarter Linien.
+42′ 3″ 43′59″ 43′58″ 43′32″	Sehr starke dunkle Linie am Anfang einer sehr dunklen, nach Violett verwaschenen Bande.
+79′21″	Anfang einer dunklen Bande.

Im Mittel resultirt aus diesen Beobachtungen:

Minima der Ablenk.	Wellenlänge Mill. Mm.	Bemerkungen
47°23′41″	589·3	Dunkle Linie.
47°30′35″	575	Dunkle Linie.
47°37′31″	562	Linie am Anfang einer Bande.
47°59′ 4″	527	Gruppe zarter Linien. [1]
48° 6′59″	516	Linie am Anfang einer Bande.
48°42′57″	474	Anfang einer Bande.

[1] Fällt nahe mit *E* des Sonnenspectrums und den zahlreichen Linien in der Nähe von *E* zusammen.

Die Übereinstimmung mit den Streifen des Kohlenwasserstoffs und die Coincidenz einer breiten Linie mit den Natriumlinien scheint zweifellos, wenn man in Betracht zieht, welche Genauigkeit überhaupt mit dem Apparat zu erwarten ist.

Ich lasse hier noch im Auszug meine früheren Beobachtungen,[1] die ich an einem Sterne 6·2ter Grösse der Cl. III*b*, B. D. +2° Nr. 4709, Schjell. 273, ausgeführt habe, folgen.

Wellenlänge Mill. Mm.	
656	Breite, verwaschene Bande.
622	Breite, dunkle Bande, nach beiden Seiten, aber vorzüglich nach Roth verwaschen.
606·5	Mitte eines Streifens.
589	Ende eines nach Roth allmählich an Intensität abnehmenden Streifens.
578	Dunkle Linie.
564	Anfang einer allmählich nach dem Violett hin verlaufenden Bande.
552	Linie.
529	Linie.
516	Anfang der dunkelsten, ebenfalls nach Violett verlaufenden Bande.
472	Anfang einer dunklen nach Violett verlaufenden Bande.

Wenngleich diesen Beobachtungen nicht jener Grad von Genauigkeit zugeschrieben werden kann, wie den oben mitgetheilten, so geht doch daraus mit Sicherheit hervor, dass das Spectrum von Schjell. 273 im Wesentlichen von derselben Zusammensetzung ist, wie das der kürzlich mit dem Wiener Refractor untersuchten Sterne.

Ich glaube, auf Grund der mitgetheilten Beobachtungen folgende Sätze aufstellen zu können:

1. Die Banden-Spectra III*b* zeigen in Bezug auf die Lage der Banden keine Verschiedenheiten; solche sind nur in geringem Maasse in der relativen Intensität der Banden anzutreffen.

---

[1] A. a. O. p. 553.

2. Die charakteristischen Banden dieser Sternspectra scheinen durch die Absorption von Kohlenwasserstoffen, die in der Atmosphäre der betreffenden Sterne vorhanden sind, hervorgebracht zu werden.
3. Den Spectren der Cl. III^b ist eine breite, dunkle Linie eigenthümlich, von der Wellenlänge 575 Mill. Mm., deren Natur jedoch bisher nicht zu ergründen war.
4. In den Spectren der Classe III^b sind Linien zu erkennen, die auf Anwesenheit von Metalldämpfen in der Atmosphäre der betreffenden Sterne schliessen lassen; mit Bestimmtheit ist die Gegenwart von Natrium nachgewiesen worden.

Ich lege dem Nachweis von Kohlenwasserstoffen [1], also von chemischen Verbindungen, in den Atmosphären der Sterne grossen Werth bei, da hierdurch der Ansicht, dass sich in dem Spectrum eines Sternes seine Entwickelungsphase documentirt, eine ganz sichere Stütze verliehen wird. Im besten Einklang damit stehen die spectralphotometrischen Untersuchungen,[2] nach welchen die Temperatur der rothen Sterne verhältnissmässig eine sehr geringe sein muss.

Es ist bekannt, dass die Spectra chemischer Verbindungen durch einseitig verwaschene Bänder charakterisirt sind. Nun zeigen die Spectra der Cl. III^a und III^b in vorzüglich ausgeprägter Weise derartige Bandenspectra, und schien daher die Annahme, dass die Atmosphären der betreffenden Sterne so weit abgekühlt seien, dass sich chemische Verbindungen halten können, sehr wohl berechtigt, da es jedoch bisher nicht gelungen

---

[1] Ob die Voraussetzung vieler Physiker, dass das Spectrum, welches man erhält, wenn man ölbildendes Gas, Benzindämpfe u. dgl. in Geissler'sche Röhren einschliesst, oder welches man in dem centralen Theil einer Flamme von Leuchtgas beobachtet, nicht das des Kohlenwasserstoffs sei, in Folge dessen auch die Existenz von Kohlenwasserstoff in den Cometen nicht nachgewiesen wäre, richtig ist, mag dahingestellt sein; jedenfalls steht fest, dass chemische Verbindungen, wie wir sie hier an den oben erwähnten Gasen beobachten, in den Cometen sowohl als in den Sternen von Classe III^b vorkommen.

[2] H. C. Vogel, Resultate spectralphotometr. Unters. Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1880, Oct. 21.

war, in den hellen und schön ausgeprägten Spectren der Cl. III *a* die Verbindungen zu erkennen, welche die dort auftretenden, eigenthümlichen Absorptionsspectra hervorbringen, auch über die Deutung der Banden der Spectra III *b* nur Beobachtungen vorlagen, die einer Bestätigung und Befestigung harrten, waren Zweifel nicht ausgeschlossen. Ähnlich wie im Absorptionsspectrum unserer Atmosphäre durch viele, eng zusammenstehende Linien der Eindruck von Banden hervorgebracht wird, lag nämlich immer noch die Möglichkeit vor, dass die einseitig verwaschenen Banden in den Sternspectren zufällig gebildet seien, durch das Zusammentreten von Absorptionslinien glühender Dämpfe in völliger Dissociation befindlicher Elemente.

II. Spectra der Classe II *b*.

Zu den interessantesten Objecten, welche die Spectralanalyse aufzuweisen hat, gehören die Spectra der Classe II mit hellen Linien. Die hellsten derartigen Spectra haben die sogenannten neuen Sterne gezeigt, von denen, seit die Spectralanalyse Anwendung auf Himmelskörper erfahren hat, zwei, nämlich der am 12. Mai 1866 von Birmingham in Tuam in der Krone und der am 24. November 1876 von Schmidt in Athen im Schwan entdeckte Stern, beobachtet werden konnten. Bei dem letzteren war es mir möglich, die Untersuchungen über einen längeren Zeitraum auszudehnen und zu beobachten, dass das anfänglich intensive continuirliche Spectrum, durchzogen mit dunklen und vielen hell leuchtenden Linien, sich auf eine einzige helle Linie mit schwachen Spuren von continuirlichem Spectrum reducirte.[1] Schwächere Sterne, die zu dieser Classe gehören, waren längere Zeit nur drei im Sternbilde des Schwans bekannt. Vor Kurzem hat jedoch Pickering noch zwei Sterne, Arg. Öltzen 17681 und Lalande 13412 aufgefunden, welche Spectra der Classe II mit hellen Linien zeigen. Im Juni 1881 und Januar 1882 habe ich beide Sterne in Potsdam beobachtet, die Beobachtungen jedoch noch nicht veröffentlicht, da ich hoffte, durch weitere Messungen noch grössere Sicherheit erhalten zu können. Ich theile diese Beobachtungen weiter unten mit.

[1] Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1877 Mai u. April.

* 8·0 Gr. $\alpha = 18^h 1^m 28^s$ $\delta = -21° 16'.0$ (1883).
Arg. Öltzen 17681.

Juni 1. gelang mir die erste Beobachtung dieses Sternes mit dem Wiener Refractor. Die Luft war vorzüglich, die Lage des Beobachters aber, bei dem tiefen Stande des Sternes, eine sehr unbequeme. Spalt am Spectrometer eng.

Das Spectrum ist gebildet aus zwei hellen Linien, von denen die erste etwas brechbarer als *D*, breit aber scharf begrenzt erscheint, die zweite, in Blau gelegen, sehr breit und verwaschen ist, und einem schwachen continuirlichen Spectrum zwischen beiden Linien, welches, von der ersten Linie ausgehend, sich nicht ganz bis zur Linie im Blau verfolgen lässt.

Die Messungen ergeben folgende Abstände der ersten Linie von den *D*-Linien:

+4′46″
4′39″.

Wegen starker Morgendämmerung mussten weitere Beobachtungen aufgegeben werden.

Im kleinen Ocularspectroskop war ausser den hellen Linien das continuirliche Spectrum sehr schwach aber besser sichtbar als im Spectrometer. Es erstreckte sich nur wenig über beide Linien hinaus. Vor der breiten Linie (also nach Roth) war eine breite dunkle Absorptionsbande gelegen.

Juni 2. Ebenfalls gute Luft. Wegen des geringen Raumes zwischen der Gallerie in der Kuppel und dem Ocularende des Spectralapparates waren die Messungen äusserst erschwert.

Messung	
+ 4′40″	Erste helle Linie, bei verschiedenen Spaltöffnungen gemessen.
4′38″	
3′53″	
3′41″	
3′49″	
3′36″	
3′54″	
+83′47″	Anfang des hellen Streifens im Blau.
83′13″	
82′12″	
84′40″	

+87′37″ } Hellste Stelle dieses Streifens, nahe mit der Mitte
87′42″ } desselben zusammenfallend.

+92′30″ }
92′35″ } Ende des hellen Streifens. Etwas besser begrenzt als
93′38″ } der Anfang.

Das continuirliche Spectrum bricht im Abstand von +66′ von den *D*-Linien plötzlich ab.

Im Mittel ergiebt sich aus den Beobachtungen, wenn man noch den Beobachtungen vom Juni 1 halbes Gewicht giebt:

Minima der Ablenk.	Wellenlänge Mill. Mm.	Bemerkungen	
47°27′43″	581	Helle Linie.	
48°29′36″	488	Anfang } einer dunklen Bande.	
48°46′36″	470	Ende } einer dunklen Bande.	
48°47′ 4″	470	Anfang.	Helle breite Linie, verwaschen nach Roth, besser begrenzt nach Violett.
48°51′16″	466	Hellste Stelle, nahezu Mitte der hellen Linie.	
48°56′30″	461	Ende.	

Aus den in Potsdam angestellten Beobachtungen folgt:

W. L. 582·4 Mill. Mm. Helle Linie.
465·5 Mitte einer breiten hellen Linie.

Die Zeichnung stimmt vollkommen mit der am Wiener Refractor angefertigten überein. Eine Abbildung des Spectrums ist auf der beifolgenden Tafel in Fig. 3 gegeben.

*7·0 Gr. $\alpha = 6^{h} 49^{m} 20^{s}$ $\delta = -23° 46'.7$ (1883).
Lal. 13412.

Ich habe diesen zweiten von Pickering gefundenen Stern in Potsdam 1882, Jan. 15 und 16 beobachten können und lasse die Beobachtungen hier folgen, da das Spectrum ein hübsches Verbindungsglied zwischen dem Spectrum des Sternes Arg. Öltzen 17681 und denen der drei Sterne im Schwan bildet.

In dem schwachen continuirlichen Spectrum waren 4 Linien zu erkennen. Im Mittel aus mehreren Messungen hat sich ergeben:

W. L.	581 Mill. Mm.	Schwache Linie.
	540	Helle Linie.
	485	Sehr schwache Linie.
	469	Helle, sehr breite Linie.

Die weiter unten folgenden Beobachtungen an einem der Sterne im Schwan haben das Vorhandensein der Wasserstofflinie $H\beta$ dargethan; ich zweifle daher nicht, dass die Linie W. L. 485, die wegen Lichtschwäche nur einmal gemessen werden konnte, ebenfalls die Wasserstofflinie $H\beta$ W. L. 486 Mill. Mm. ist.

Auch hier zeigte sich zwischen der dritten und vierten Linie ein dunkles Band in dem continuirlichen Spectrum. Das continuirliche Spectrum erstreckte sich etwas weiter nach dem blauen Ende des Spectrums, als bei Arg. Öltzen 17681.

Eine Abbildung dieses interessanten Spectrums habe ich in Fig. 4 gegeben.

*8·5 Gr. $\alpha = 20^h 5^m 52^s$ $\delta = +35° 50'.0$ (1883).
B. D. +35°. Nr. 4001.

Der erste von den drei Sternen im Schwan, deren Spectra von Wolf und Rayet und später von mir untersucht worden sind.[1]

Juni 21. Im Ocularspectroskop waren in dem schwachen, continuirlichen Spectrum des Sternes zwei schwache, nahe bei einander stehende Linien im Gelb, eine intensive helle Linie im Grün, eine ziemlich helle Linie an der Grenze des Grün und Blau und eine helle, sehr breite Bande im Blau zu erkennen, eine dunkle Bande zwischen der letzterwähnten Linie und der Bande und eine ebensolche im Gelb. Der Luftzustand war nicht besonders günstig; auch war der helle Mond störend.

Mit dem Spectrometer konnte wegen Lichtschwäche nur die eine von den Linien im Gelb gemessen werden.

+ 3′11″ } Linie, äusserst schwach. Die darauf folgende ist wegen Lichtschwäche nicht zu messen.

---

[1] Berichte der k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 12. Dec. 1873, p. 556 und ff.

+27′27″	Helle Linie im Grün.
26′22″	
27′11″	
26′16″	
26′37″	
+68′41″	Linie ziemlich hell.
69′ 9″	
67′40″	
69′ 9″	
+83′44″	Anfang der hellen Bande.
+86′23″	Hellste Stelle der breiten Bande im Blau.
86′ 6″	
85′25″	
84′46″	
+88′ 6″	Ende der hellen Bande.

Juni 25. Sehr gute Luft; nur der helle Mond war störend.

Im kleinen Ocularspectroskop wurden noch einige helle Linien im Grün vermuthet.

+ 3′ 2″	Zwei ganz schwache Linien. Zu schwach, um wiederholt gemessen werden zu können.
+ 9′ 7″	
+27′ 2″	Helle Linie.
25′20″	
25′50″	
26′15″	
+67′35″	Ziemlich helle Linie.
67′52″	
67′44″	
68′31″	
+83′26″	Anfang der hellen Bande im Blau.
+85′16″	Hellste Stelle der Bande im Blau.
84′48″	
+89′ 1″	Ende der hellen Bande.

Herr Director Weiss hat einige Messungen an dem Sternspectrum ausgeführt und gefunden: +26′.0 helle Linie; +68′.3 schwache Linie; +84′.2 Bande, hellste Stelle.

Die Beobachtungen, nach Maassgabe der Anzahl der an jedem Abend angestellten Messungen zusammengezogen, ergeben:

Minima der Ablenk.	Wellenlänge Mill. Mm.	Bemerkungen
47°26′38″	583	Ganz schwache Linie.
47°32′43″	571	Ganz schwache Linie, nur vermuthet.
47°50′ 5″	541	Helle Linie.
48°31′54″	486	Ziemlich helle Linie ($H\beta$!). Zwischen dieser Linie und der folgenden breiten Bande eine dunkle Absorptionsbande im continuirlichen Spectrum.
48°47′10″	470	Anfang } einer hellen Bande.
48°49′ 3″	468	Hellste Stelle } einer hellen Bande.
48°52′10″	465	Ende } einer hellen Bande.

* 8·0 Gr. $\alpha = 20^h\ 7^m\ 30^s$ $\delta = +35°51'.1$ (1883).
B. D. +35° Nr. 4013.

Juni 25. Luft recht gut, Mond störend. Mit dem Ocularspectroskop erschienen 2 helle Linien im Gelb von nahe gleicher Intensität, die brechbarere vielleicht etwas heller. Mehrere schwache Linien im Grün, eine intensive nach beiden Seiten verwaschene Bande im Blau, vorher eine dunkle breite Bande. Eine andere dunkle Bande in dem schwachen continuirlichen Spectrum liegt hinter den 2 Linien im Gelb. Zuweilen Andeutungen einer Linie im Roth ($H\alpha$?).

Mit dem Spectrometer konnten nur die hellsten Linien, wie folgt, gemessen werden:

+ 3′ 3″ 3′46″	Sehr helle Linie.
+10′ 2″ 9′20″	Sehr helle Linie.
+90′ 4″ 89′ 6″ 88′56″	Hellste Stelle, nahezu Mitte, einer breiten, verwaschenen Bande.

Hiermit ergiebt sich:

Minima der Ablenk.	Wellenlänge Mill. Mm.	Bemerkungen
47°27′ 1″	582	Sehr helle Linie.
47°33′17″	570	Sehr helle Linie, darauf eine dunkle Bande.
48°52′58″	464	Hellste Stelle, nahezu Mitte, einer breiten, verwaschenen Bande. Vorher eine dunkle Bande.

*8·0 Gr. $\alpha = 20^h 10^m 10^s$ $\delta = +36° 18'.3$ (1883).
B. D. +36°. Nr. 3956.

Juni 21. Luft dunstig und zuweilen Wolken. Mond sehr hell und störend. Das Spectrum ist sehr ähnlich dem von B. D. +35° Nr. 4013 und unterscheidet sich nur dadurch, dass die beiden Linien im Gelb ungleiche Intensität haben; die weniger brechbare ist die hellste.

+ 3′34″ 4′21″ 4′ 9″ 3′58″ 4′ 4″ 4′ 9″	Sehr helle Linie.
+10′ 7″ 9′41″ 9′55″ 9′59″ 9′43″	Helle Linie, beträchtlich schwächer als die vorhergehende.
+88′34″ 89′30″ 89′11″ 89′ 4″	Mitte einer hellen Bande.

Juni 25. Luft sehr gut, durchsichtig. Mond störend.

Auf dem schwachen continuirlichen Spectrum erschienen zwei helle Linien im Gelb, von denen die erste (weniger brechbare) die intensivere ist. Die Bande im Blau ist nach beiden Seiten verwaschen.

Die Messungen ergaben:

+ 2′23″ 3′37″ 3′18″ 3′51″ 2′47″	Helle Linie.
+ 9′40″ 9′26″ 9′41″ 9′51″	Helle Linie, schwächer als die vorhergehende.
+85′41″	Anfang der hellen Bande im Blau.
+90′40″ 89′18″ 88′34″	Hellste Stelle der Bande, der Mitte entsprechend.
+92′41″	Ende der hellen Bande.

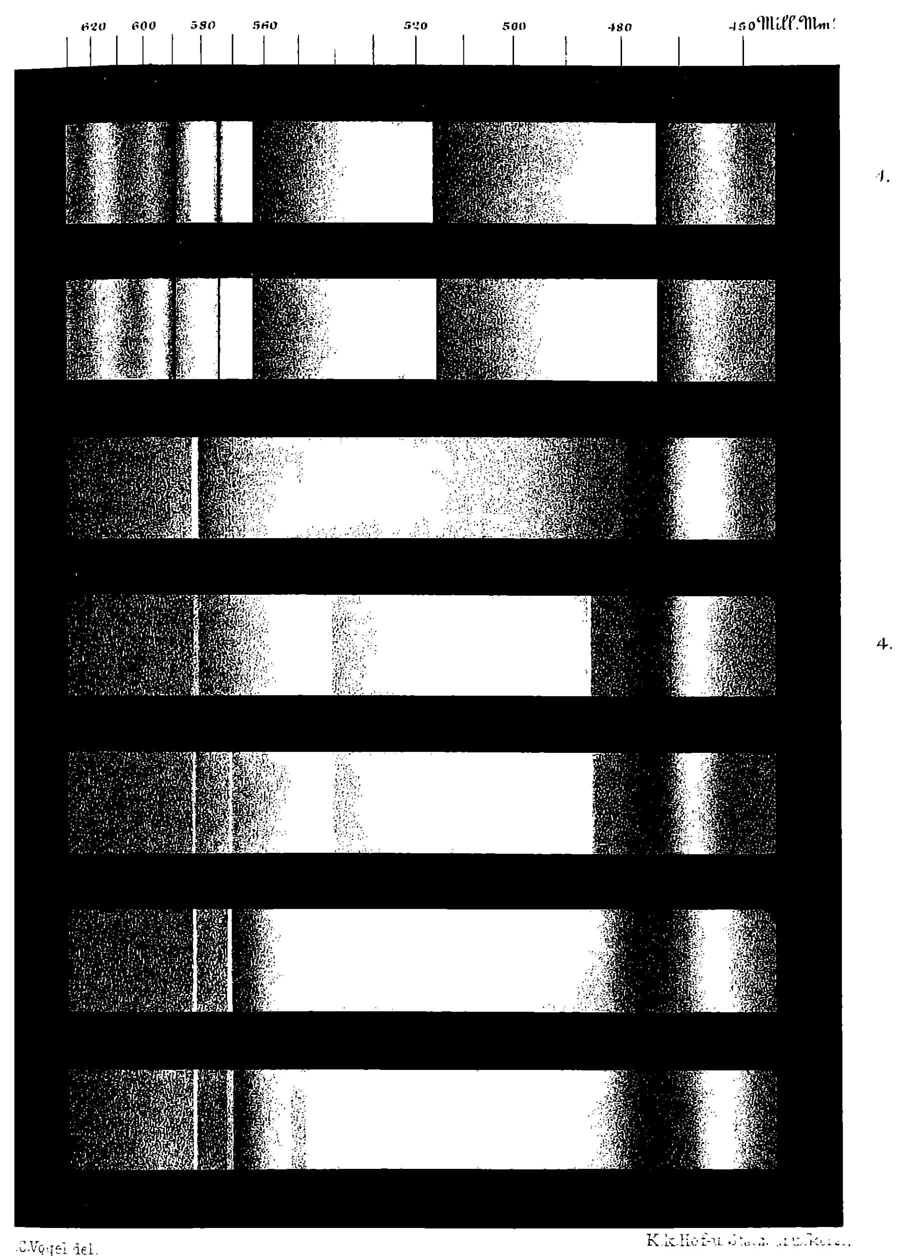
Im Mittel aus den Beobachtungen an beiden Abenden ergiebt sich:

Minima der Ablenk.	Wellenlänge Mill. Mm.	Bemerkungen
47°27′15″	582	Helle Linie.
47°33′23″	569	Helle Linie, schwächer als die vorhergehende.
48°49′17″	468	Anfang der Bande.
48°52′52″	464	Hellste Stelle (nahezu Mitte) der Bande.
48°56′17″	461	Ende der Bande.

Abbildungen der drei interessanten Spectra habe ich in den Fig. 5, 6 und 7 der beifolgenden lithographischen Tafel gegeben. Ich habe nur die hellen Linien aufgenommen, die mit Bestimmtheit gesehen und gemessen werden konnten. Eine innige Verwandtschaft der drei Spectra mit denen der zwei in letzter Zeit von Pickering gefundenen Sterne tritt unverkennbar hervor.

Aus meinen früheren Beobachtungen über die Spectra der drei Sterne im Schwan folgen im Mittel für alle drei Sterne die Wellenlängen:

Sternspectra.



C. Vogel del.

K. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

152. 2, B. D. + 34° 4500. 3, Arg. Oeltz. 17681. 4, Lal. 13412. 5, B. D. + 35° 4001. 6, B. D. 35° 4013. 7, B. D. + 36° 3956.

580 Mill. Mm.
568 „
537 „
467 „

Etwas abweichend ist nur die Auffassung der Lage der breiten hellen Bande im Blau, die bei den früheren Messungen bei allen drei Sternen übereinstimmt, während die neueren Messungen ergeben haben, dass diese Bande nur bei den Sternen B. D.+35° Nr. 4013 und B. D.+36° Nr. 3956 genau dieselbe Lage hat, bei dem Sterne B. D. +35° Nr. 4001 jedoch etwas nach Roth verschoben erscheint. Bei den verhältnissmässig geringen optischen Hülfsmitteln, mit denen jene Messungen ausgeführt wurden, ist die Übereinstimmung aber eine ganz überraschende.

Geht man etwas näher auf die Details der früheren Beobachtungen ein, so ergiebt sich, dass die relativen Intensitäten der Linien in den drei Spectren keine Veränderung im Laufe von 10 Jahren erfahren haben.

Eine Deutung der hellen Linien, mit Ausnahme der Linie W. L. 486 Mill. Mm., die unzweifelhaft die Wasserstofflinie $H\beta$ ist, ist bisher nicht möglich gewesen.
